Загадка сморщенных листьев (опыт создания гипотез)

На листочке представлена задача повышенной трудности, мотивирующая любознательных детей и обеспечивающая формирование межпредметных связей биологии, геометрии, технологии и информатики.

Скачать листочек

Предметное содержание в рамках ботаники
Развитие растения сопряжено не только с увеличением длины и толщины стебля, длины, толщины и ширины листьев, но и с сгибанием этих органов на одном участке или на нескольких участках или, наоборот, уменьшением кривизны.
Стебtль злака, прижатый к земле дождём или лапами животных, опять принимает вертикальное положение, изогнувшись вверх в области работающей интеркалярной меристемы.
Листья, свернутые в почке или сложенные в почке в одну или несколько складок, расправляются и становятся плоскими.
Клетки не могут перемещаться по растению, поэтому все изменения формы являются результатом деления клеток и/или увеличения размеров клеток.
Пытаясь объяснить, в результате каких изменений клеток свернутый или сморщенный лист может стать плоским, дети обращают внимание на связь способности органов к трансформации с формой и размером клеток, особенностями их строения. Вероятно, они догадаются о существовании того, что можно было бы назвать ростовыми тканями в толще листа.
Дети сравнивают необратимые изменения формы в ходе развития растения с обратимыми изменениями формы замыкающих клеток устьиц и пониканием листьев при увядании.

Предметное содержание в рамках биологии
Развитие многоклеточных животных также сопровождается делением клеток и изменением их размеров, изгибанием и выворачиванием пластин, тяжей и трубок (наряду с миграциями клеток, отмиранием клеток, срастанием ранее изолированных частей). Эмбриогенез кратко излагается в школьном курсе зоологии и биологии человека, а обсуждение изменения формы растений как результате процессов на клеточном уровне облегчит изучение биологии развития на уроках зоологии и биологии человека.

Механизм образования объёмных форм тканей и органов является одним из самых сложных в биологии и обсуждение этой задачи может оказаться мотивирующим для будущего исследователя.

Межпредметное содержание
Межпредметное содержание, которое может быть обнаружено детьми в ходе обсуждения это:
1. Связь биологии и геометрии — она демонстрируется при попытках описать изменения формы листа и клеток
2. Связь биологии и технологии — она обнаруживается при осмыслении листа как инженерной конструкции при сравнении сжатия и растяжения разных сторон или разных участков листовой пластинки.
3. Связь биологии и информатики выявляется при попытках создать алгоритм делений и растяжений клеток, обеспечивающий то или иное изменение формы листа.

Метапредметное содержание
Метапредметное содержание делится на несколько направлений обсуждения

1. Как изменением элементов, из которых состоит тело, можно изменить форму тела. В каких сооружениях и технических объектах в ходе работы может изменяться количество и форма элементов.
2. Как управлять изменением элементов, чтобы их согласованные деления или растяжения привели к изменению формы целого.
3. Какова роль обратимых и необратимых изменений в развитии растений, животных, технических систем, общественных систем.

1. Предложите детям сравнить рост листа цветкового растения с "ростом" кирпичной стены -- кирпичная стена увеличивается за счет добавления элементов на верхнем крае ("по фронту"), а лист за счет добавления клеток и их растяжения по всей поверхности.

У каких рукотворных объектов элементы могут увеличиваться?
Представим себе надувную конструкцию из отдельных мешочков (например, воображаемый надувной матрас, каждая секция которого надувается отдельно, или вполне реальный надувной ангар, или надувную лодку). Симметрия этих конструкций обеспечивается одинаковыми свойствми оболочек и одинакуовым давлением воздуха в секциях. Что будет, если какие то из секций надуть сильнее соседних?

В бочке из деревянных клёпок клёпки (дощечки) разбухают, после того как в бочку наливают воду, и плотнее прижимаются к соседним клёпкам, что приводит к исчезновению щелей (которые могли быть в высохшей пустой бочке).

В стальных конструкциях мостов, мачт, перекрытий болты, гайки и шайбы ржавеют и их объём немного увеличивается. Также, ржавея, могут увеличиваться гвозди или шурупы в сырой древесине.

У каких рукотворных объектов новые элементы могут вставляться среди уже существующих?

Самый простой случай - это добавление новых элементов со стороны, противоположной направлению движения (так в ходе буровых работ длина буровой колонны увеличивается за счёт добавления труб сверху, при сооружении колодца венцы сруба или бетонные кольца добавляются сверху).

Мы видим, что среди рукотворных материальных объектов трудно найти примеры встраивания элементов среди существующих (похожего на деление клеток).

А можно ли найти примеры увеличения и изменения формы информационных объектов (картины мира, хранилищ информации, систем представлений и т.д.)?
Рассмотрим в качестве элементов целого знания, которыми обладает коллектив людей. Это может быть коллектив исследователей, производственный коллектив, учебное заведение. Сравним две ситуации. В первой каждый из сотрудников организации увеличивает свою информированность, узнает новые вещи, согласует свои представления с представлениями тех, с кем он непосредственно сотрудничает ("с соседями"). Во второй в коллектив вступают новые участники со своими знаниями. "Форма" знания, которым обладает коллектив в целом при этом изменяется, общий объём может увеличиваться как равномерно "во все стороны", так и в избранных областях.

Возможный ход мысли при решении задач

Первое ощущение при знакомстве с первой страницей — слишком сложно. На второй странице утверждается, что ответть на все вопросы, обращаясь к примеру листа ландыша проще.
Легко сообразить, что свернутый лист расправится, если ширина его внутренне стороны увеличится при неизменной ширине внешней стороны (или, должен сообразить ребенок после наводящего вопроса "А если лист становится шире в процессе разворачивания?" — внутренняя сторона становится шире быстрее, чем внешняя).

Ширина покровных тканей листа может увеличиваться за счет деления клеток и (или) за счет растяжения уже существующих.
Увеличение объёмов внутренних тканей может происходить не только за счет деления и растяжения клеток, но и за счет увеличения просветов между клетками (особенно в губчатой мезенхиме) — здесь можно спросить ребенка о том, с чем связано это различие возможностей (в покровной ткани не должно быть просветов между клетками, так как она при этом перестает выполнять защитную функцию).

Выяснить, что вносит больший вклад в расправление листа, растяжение клеток или их деление, можно сравнить размеры, пропорции и количество клеток покровной ткани на единицу площади.

Ребенок может посмотреть описание метода изготовления слепка поверхности листа для изучения под микроскопом в исследовании "Слепок устьиц".
Покровные ткани можно также сорвать лоскутом с листа или срезать безопасной бритвой (при этом на части лоскута эпидерма оказывается соединенной с глубже лежащими тканями, но с края лоскута может оказаться участок толщиной в один слой клеток.

Неизбежно возникнет вопрос, как сравнить размер клеток, не имея окуляр-микрометра (в комплектацию школьных микроскопов он не входит)? Детей можно подтолкнуть к мысли, что можно учитывать количество клеток в поле зрения под данным объективом.

Изменение пропорций клеток может измеряться соотношением длины и ширины клеток (во сколько раз длина больше ширины).

Ученик должен сообразить, что нужно сравнивать количество в поле зрения и пропорции клеток, взятых с одних и тех же мест внешней и внутренней сторон сморщенного листа и расправленного листа. Этими местами могут быть участки рядом с центральной жилкой и у края листа (на одном и том же расстоянии от основания листа).

Если ребенок хочет провести исследование летом, осенью или зимой, вместо дикорастущих растений можно найти комнатные, у которых при формировании листа происходит выравнивание.

Если по каким-то причинам нет возможности изучить клетки под микроскопом, можно ограничиться обсуждением гипотез, способов их проверки и ожидаемых результатов в случае верности и неверности гипотез.

На следующем этапе работы можно обсудить, как клетка "выясняет", что ей нужно делиться или растягиваться. Ведь очевидно, что если растяжение и деление клеток не будут согласованы, то рельеф поверхности листа будет представлять хаотическое сочетание бугров и впадин.

Более того, на разных этапах развития листа одни и те же клетки должны вести себя по-разному (формируя сначала рельефную поверхность, а потом выравнивая её).

Ответ на этот вопрос науке до сих пор неизвестен, так что детям можно свободно фантазировать. Можно только заметить. что наследственная информация, содержащаяся в ДНК, одна и та же во всех клетках листа.

Дети могут предположить, что клетки каким-то образом считают свои деления, оценивают давление на них своих соседей, оценивают натяжение клеточной стенки, оценивают освещенность или влажность воздуха у поверхности клетки, испускают

радиоволны, излучают звук или магнитное поле — любую из таких и подобных гипотез можно поддержать, предложив продолжить рассуждения и нарисовать схему процесса. При этом необходимо акцентировать, что науке не известен ответ на вопрос о том, как какая клетка в листе определяет, что именно делать ей, и чем определяются различия изменений соседних клеток.

Если дети уже знакомы с правилами составления алгоритмов и основами программирования, при поддержке учителя информатики можно обсудить возможные алгоритмы поведения клеток.

В случае с ландышем это проще, например, клетка выясняет, с внутренней или с внешней стороны она находится, считает количество клеток по ширине листа тем или иным способом (например, обращаясь с запросом к другим клеткам, присваивая номер каждой клетке и т.д. — здесь всё зависит от фантазии детей), при том или ином результате принимает решение делиться или вытягиваться, останавливает растягивание при достижении определенного размера и т.д.

Полезен разбор случаев:
1. Изгибание плоскости
2. Изгибание желоба
3. появление полусферы